

Разработанная программа может стать базовой для расчета перегрева обмотки статора и других конструктивных узлов двигателя в повторно – кратковременном и других стандартных режимах работы асинхронных двигателей с новой неорганической изоляцией в экстремальных условиях радиационного излучения и высоких температур, в которых срок службы серийных асинхронных двигателей, имеющих органическую изоляцию, резко сокращается. В частности, это позволит исключить частую замену двигателей в технологических установках по переработке отходов атомной промышленности, что можно рассматривать как значительный ресурсосберегающий эффект.

Список использованных источников

1. Разработка высоконадежного асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом для особых условий эксплуатации / Б. Т. Бакубаев, В. И. Денисенко, Н. Е. Недзельский // Электротехника. Электротехнология. Энергетика. ЭЭЭ-2015: сборник научных трудов VII международной научной конференции молодых ученых 9-12 июня 2015 г. Новосибирск : НГТУ, 2015. С. 10-13. ISBN 978 5 7782 2664 7 (ч. 1).
2. Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах: учеб. для вузов по спец. «Электромеханика» / Г. А. Сипайлов, Д. И. Санников, В. А. Жадан. М. : Высш. шк., 1989. 239 с.

УДК 624.9

Баткова Е. В., Шмакова Л. А., Вальцева А. И.
Уральский федеральный университет
evb95@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. В данной статье рассмотрены системы теплоснабжения стран Северной Европы, изложены основные принципы работы этих систем. Проанализирована российская система теплоснабжения, сделаны выводы.

В североевропейских странах централизованное теплоснабжение широко используется как важнейший источник теплоснабжения жилых домов, офисов и предприятий. В настоящее время энергетические предприятия (ТЭЦ, котельные, мусоросжигательные станции и др.) стран Северной Европы поставляют приблизительно 100 ТВт·ч в год теплоты для отопления и горячего водоснабжения. Это превышает 35 % рынка тепла для отопления и горячего водоснабжения в этих странах. Наиболее эффективным и прибыльным централизованное теплоснабжение оказывается в регионах с высоким удельным энергопотреблением. Для успешной работы системы централизованного теплоснабжения необходим как рынок сбыта, так и «дешевый местный источник энергии», которым может быть теплота, вырабатываемая вместе с электричеством (Дания и Финляндия), геотермальная энергия (Исландия), сбросное тепло мусоросжигательных заводов (Норвегия) или комбинация различных источников энергии (Швеция) [2].

Дания имеет большой опыт и традиции в использовании централизованного теплоснабжения и благоприятные условия для его развития с использованием ТЭЦ. Начиная с 1973 года Дания достигла значительного успеха в реализации энергетических программ. Главными целями программ были:

- развитие комбинированной выработки тепловой и электрической энергии;
- развитие систем централизованного теплоснабжения;
- использование местных возобновляемых энергетических ресурсов;
- повышение эффективности использования энергетических ресурсов по всей цепочке от их производства до конечного потребления.

Принятые в 1979 и 1990 годах законы о теплоснабжении позволили увеличить долю теплоты, производимой в системах централизованного теплоснабжения при комбинированной выработке тепловой и электрической энергии, с 33 до 64 %. Температурный график всех теплосетей составляет 120/50 °С при рабочем давлении теплоносителя 2,5 МПа. Датские системы централизованного теплоснабжения считаются одними из наиболее эффективных с точки зрения как экономической, так и энергетической. Системы централизованного теплоснабжения в Дании имеют ряд технических особенностей [1]:

- низкие температуры теплоносителя положительно влияют на работу ТЭЦ, уменьшают тепловые потери в трубопроводах, а также упрощают конструкцию потребительских установок;

- все потребители имеют системы коммерческого учета, а также возможность регулирования потребления тепла в зависимости от собственных нужд и, следовательно, напрямую заинтересованы в энергосбережении;

- потребление регулируется путем изменения скорости потока теплоносителя в отопительных системах (так называемое количественное регулирование). Если качественные методы основаны на изменении температуры теплоносителя, подаваемого в сеть от источника, то количественный дает возможность автоматизировать потребительские установки и тем самым снизить тепловые потери;

- в большинстве случаев теплоснабжение осуществляется по независимой схеме, когда теплоноситель в магистральном трубопроводе не смешивается с теплоносителем в распределительных сетях и отопительных системах, а участки сетей разделены теплообменниками на тепловых пунктах. Датская организация теплоснабжения позволяет снизить потери сетевой воды и уменьшить затраты на водоподготовку во всех элементах системы, что положительно сказывается на сроках службы трубопроводов;

- практически во всех датских системах централизованного теплоснабжения используется современное энергоэффективное оборудование: насосы с автоматическим регулированием частоты вращения, пластинчатые теплообменники, шаровая запорная и запорно-регулирующая арматура и т. д.

Одним из приоритетных направлений является постоянное увеличение доли ВЭР и природного газа как наиболее экологически чистых видов топлива в энергетическом балансе страны. В Дании планируют к 2030 г. для производства тепловой и электрической энергии использовать только ВЭР (55 %) и природный газ (45 %) при полном отказе от других видов ископаемого топлива (рис. 1).

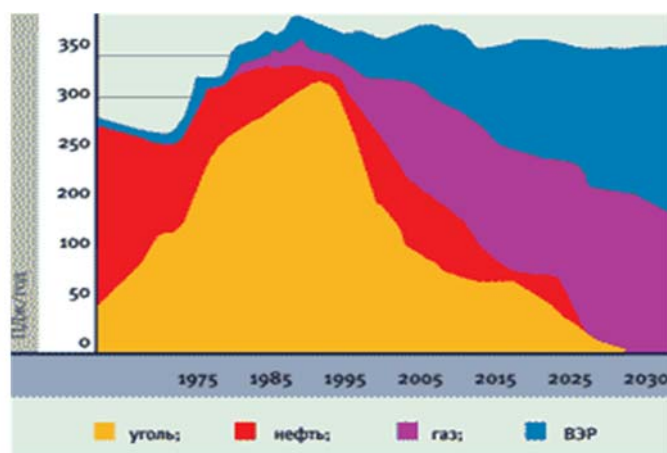


Рис. 1. Динамика использования первичных энергоресурсов при производстве тепловой и электрической энергии

Дания – общепризнанный мировой лидер в области централизованного теплоснабжения. Достаточно упомянуть, что за последние 20 лет потребление первичных энергоресурсов на отопление единицы площади в этой стране снизилось вдвое, что способствовало ежегодному снижению энергоемкости ВВП почти на 3 %.

Централизованное теплоснабжение является основным методом теплоснабжения в городах Финляндии. Сегодня доля теплофикации в теплоснабжении Финляндии составляет 45 %, а в крупных городах – более 80 %. В столице Финляндии степень теплофикации является самой высокой в Западной Европе. Системы централизованного теплоснабжения эксплуатируются более чем в 250 населенных пунктах страны. Более 70 % общей теплоты производят ТЭЦ. В Хельсинки система централизованного теплоснабжения в настоящее время покрывает практически весь город, доля теплофикации достигла 92 %, а поставка тепловой энергии составляет приблизительно 6 ТВт·ч. Общая протяженность теплосетей города - 1130 км (из них 33 км проложены в скалах). Температурный график теплосетей 120/65°C близок к датскому, хотя температура обратной воды здесь несколько выше.

Централизованное теплоснабжение Швеции составляет 42 % рынка тепловой энергии, а в городах эта доля достигает 90 %, обеспечивая главным образом муниципальные потребности в отоплении и горячем водоснабжении. Отпуск теплоты для муниципального и промышленного сектора составляет соответственно 37 и 4 ТВт·ч в год. Суммарная длина трубопроводов централизованного теплоснабжения – 9964 км. Доля теплоты, поставляемой ТЭЦ при комбинированной выработке тепловой и электрической энергии, – 25 %, а доля тепловой энергии, поставляемой водогрейными котельными – 75 %. В структуре централизованного теплоснабжения Стокгольма особое место занимают три ТЭЦ и одна станция теплоснабжения, производство теплоты на которых осуществляется главным образом мазутными водогрейными котлами, электродкотлами и тепловыми насосами. Общая протяженность теплосетей составляет 765 км, их температурный режим составляет 120/65 °С. Регулирование температуры теплоносителя качественное, с местной количественной подрегулировкой у потребителя.

На фоне европейского опыта российское теплоснабжение, опирающееся на собственное дешевое по западным меркам топливо (природный газ, на котором работает подавляющее число котельных), напоминает средневековье. Колоссальная разруха в сетевом и генерирующем хозяйстве, отсутствие учета и контроля за потреблением ресурсов, несвязность хозяйствующих субъектов, убыточность большинства предприятий – это не полный список отраслевых проблем. Масштабы бедствия таковы, что отрасль стала источником больших социальных рисков и одним из главных препятствий для развития инфраструктуры и промышленности в стране. Проблему эффективности теплоснабжения для России трудно переоценить. Среди большинства специалистов укоренилось убеждение, что путь к надежному теплообеспечению России лежит в централизованном теплоснабжении. Практика теплообеспечения северных стран Европы подтверждает этот вывод [2].

Главный параметр, характеризующий транспортную систему, ее протяженность и потери. В настоящее время теплоснабжение около 70 % осуществляется от централизованных источников (таблица). Протяженность магистральных участков тепловых сетей диаметром 600-1400 мм составляет 13 000 км, а протяженность распределительных и внутриквартальных участков трубопроводов диаметром 50–500 мм достигает 125 000 км (в пересчете на двухтрубную систему).

Производство тепловой энергии в РФ

Источники тепловой энергии	Объем производства, млн Гкал	% в общем объеме	% по секторам
Всего	2100	100	-
Централизованное:	1430	68	100
1) ТЭЦ и ТЭС федерального уровня	710	34	49
2) котельные мощностью более 20 Гкал/ч	720	34	51
Децентрализованные:	600	28	100
1) котельные мощностью менее 20 Гкал/ч	260	12	43
2) автономные и индивидуальные	340	16	57
Прочие	70	3	100

Эксплуатация тепловых сетей сопровождается тепловыми потерями от внешнего охлаждения в размере 12–20 % тепловой мощности (нормируемое значение 5 %) и с утечками теплоносителя от 5 до 20 % расхода в сети при нормируемом значении потерь с утечками до 0,5 % от объема теплоносителя в системе теплоснабжения, с учетом объема местных систем (рис. 2) [1].

Неудовлетворительное состояние тепловой и гидравлической изоляции трубопроводов, износ и низкое качество монтажа и эксплуатации оборудования тепловых сетей отражается в статистических данных по аварийности (рис. 3). Так, 90 % аварийных отказов приходится на подающие трубопроводы и 10 % – на обратные, из них 65 % аварий происходит из-за наружной коррозии и 15 % – из-за дефектов монтажа, преимущественно разрывов сварных швов [3].



Рис. 2. Объем тепловых потерь в трубопроводах (разница между произведенным количеством Гкал на входе в сеть и объемом Гкал, поставленным конечным потребителям)

Анализ развития систем централизованного теплоснабжения в странах Северной Европы показывает, что основными направлениями повышения эффективности теплофикации являются:

- использование комбинированной выработки теплоты и электрической энергии;
- использование парогазового цикла на источниках теплоснабжения;
- использование теплоты мусоросжигательных заводов;
- применение предварительно изолированных труб при прокладке или реконструкции трубопроводов централизованного теплоснабжения;
- снижение верхней температуры теплоносителя до 100–110 °С.



Рис. 3. Протяженность российских теплосетей

С повышением степени централизации повышается экономичность производства теплоты, снижаются ее потери при эксплуатации источников теплоснабжения и всей системы в целом.

Важным является экологический аспект развития централизованного теплоснабжения. Выбросы загрязняющих веществ от централизованной системы значительно меньше, чем суммарные выбросы от локальных систем аналогичной мощности. Это достигается благодаря концентрации сжигания топлива на небольшом количестве объектов, которые могут быть оборудованы комплексом газо-, водо или золоочистки. Кроме того, крупные энергоисточники оборудуются, как правило, высокими дымовыми трубами для снижения приземной концентрации загрязняющих факторов.

Повышение эффективности централизованного теплоснабжения с использованием современных технологий должно обеспечить надежное и качественное снабжение потребителей тепловой энергией.

Список использованных источников

1. Теплоснабжение: Учебник для вузов / А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков, Е. Н. Терлецкая. М. : Стройиздат, 1982. 336 с.
2. Отопление и тепловые сети / Ю. М. Варфоломеев, О. Я. Кокорин. М. : Наука, 2006. 245 с.
3. Теплоснабжение района города / А. К. Тихомиров. М. : ГЕОС, 2007. 178 с.

УДК 697.34

Белоусов К. Р.
Уральский федеральный университет
bel-v93@bk.ru

ВНЕДРЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ УРАВНИТЕЛЬНОЙ ТРУБЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГПА

Аннотация. В данной научной работе на основе проведенных расчетов было установлено увеличение энергоэффективности работы ГПА Ц-16-76 при использовании теплоизоляционного материала, в качестве покрывающего материала от обледенения уравнильной трубы.

В ПАО «Газпром» используются более 3 тыс. газоперекачивающих агрегатов (ГПА) с газотурбинным приводом. Каждый из них имеет комплексное воздухоочистительное устройство (КВОУ), камеру всасывания воздуха (всас камеру), уравнильную трубу (УТ), газотурбинный двигатель, выхлопную шахту и нагнетатель.

Уравнильная труба является переходным элементом, соединяющим газотурбинный двигатель с системами забора воздуха, и служит для выравнивания потока перед входным направляющим аппаратом (ВНА).

В условиях Крайнего Севера, в зимний период работы ГПА, а именно ГПА Ц-16-76, когда температура наружного воздуха, поступающего в компрессор через УТ, может достигать температуры -40°C , а температура воздуха омывающего наружную поверхность цилиндрической стенки УТ $+40^{\circ}\text{C}$, появляется разница температур, в результате которой происходит конденсация нагретого воздуха с последующим его обледенением.

Вентиляция и обогрев воздуха, поступающего в отсек двигателя, производится при помощи двух блоков вентиляции и обогрева в климатическом исполнении УХЛ-1 по ГОСТ 15150-69. Назначение данных блоков заключается в поддержании предпусковых условий и вентиляции отсека, как в режиме работы, так и при нахождении ГПА в состоянии «резерв» или «горячий резерв», а также для соблюдения температурного режима при проведении регламентных работ.